

हमारे संग साथी

आँत के बैक्टीरिया

किस तरह स्वास्थ्य और बीमारी को प्रभावित करते हैं

गगनदीप कांग

आँत की पूरी लम्बाई में विभिन्न प्रकारों के सूक्ष्मजीवों के विभिन्न परिमाणों में मौजूद रहने की वजह से उसका वातावरण जटिल होता है। स्वास्थ्य और बीमारियों के विकसित होने में चयापचय प्रक्रिया के सन्तुलन की कार्यप्रणाली पर आँतों के सहभोजी सूक्ष्मजीवों के प्रभाव की क्या भूमिका होती है? यह लेख आँत के कीटाणु (बैक्टीरिया) की हमारी समझ के इन उभरते हुए अग्रणी क्षेत्रों में से कुछ की छानबीन करता है।

पिछले लगभग पाँच वर्षों में हुई खोजों ने हमें बताया है कि सूक्ष्मजीवों से हमारा परिचय हमारे जन्म के भी पहले ही हो जाता है। एक पुरानी धारणा, कि माँ का गर्भाशय विकसित हो रहे भ्रूण की सूक्ष्मजीवों से रक्षा करता है, के विपरीत अब हम जानते हैं कि कीटाणु माँ के खून से एम्नियोटिक द्रव (जो विकसित होते हुए भ्रूण को घेरे रहता है) में प्रवेश कर जाते हैं। इन कीटाणुओं के प्रकारों और संख्याओं का न केवल गर्भावस्था के परिणामों पर, बल्कि नवजात शिशु के रोगरोधी तंत्र (immune system) पर भी अत्यधिक प्रभाव पड़ता है। हमारे जन्म के समय जीवाणुओं के साथ हमारा सम्बन्ध बहुत तेज हो जाता है। एक नवजात शिशु को लगभग हर उस चीज में सूक्ष्मजीवों का सामना करना पड़ता है जिससे वह सम्पर्क में आता है - माँ की जन्म नलिका, त्वचा और स्तन का दूध, अन्य भोजन और वातावरण। सम्पर्क में आने वाली शिशु की सभी खुली सतहें जिनमें उसकी त्वचा, आँखें, कान, प्रजनन मार्ग और आँत शामिल रहती हैं, में जल्दी ही जीवाणु अपनी बस्ती (कालोनी) बना लेते हैं। इन प्रारम्भिक जीवाणु आबादियों की प्रकृति

> **उपनिवेश बसाना (Colonisation) :** यह वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा जीवाणुओं के कोशाणु (माइक्रोबियल सैल्स) शरीर में प्रवेश करने के बाद अपनी 'बस्ती (कालोनी)' स्थापित करने के लिए बहुगुणित होते हैं। आम तौर पर, जीवाणुओं की अलग-अलग प्रजातियाँ शरीर के अलग-अलग हिस्सों में बहुतायत से पाई जाती हैं - दाँतों की सतह पर मौजूद कीटाणु उनसे भिन्न होते हैं जो गालों पर होते हैं, और फिर वे उनसे भिन्न होते हैं जो जीभ को कोलोनाइज करते हैं, आदि।

ऐंटोनी वान लियुवेनहॉक : इन्हें व्यापक रूप से 'सूक्ष्मजीवविज्ञान का पिता (फादर ऑफ माइक्रोबायोलोजी)' माना जाता है। कई दृष्टियों से लियुवेनहॉक वैज्ञानिक होने की सम्भावना वाले व्यक्ति नहीं थे। एक मामूली व्यापारी होने के कारण उनके पास न पैसा था, न ही कोई शैक्षिक डिग्री थी। वे केवल अपनी मूल भाषा डच ही जानते थे। इन कमियों के बावजूद, उन्होंने जीवविज्ञान की कुछ सबसे प्रभावशाली खोजें कीं। उनके पूरे जीवनकाल में लैंसों को घिसकर उन्होंने लगभग 500! - सरल सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) बनाए। उन्होंने स्पर्म के कोशाणुओं, रक्त के कोशाणुओं, दाँतों की खुरचनों पर मौजूद कीटाणुओं के कोशाणु और साथ ही माइक्रोस्कोपिक रोटीफर्स और प्रोटिस्ट्स की खोज की।

और उनका आकार शुरुआत में आहार तथा वातावरण में होने वाले बदलावों के साथ परिवर्तित हो सकता है, पर जब बच्चा कुछ और बड़ा होता है तो जीवाणुओं के ये समुदाय उनके संघटन में ज्यादा स्थिर हो जाते हैं। एक वयस्क व्यक्ति की आँत में सभी प्रकार के सूक्ष्मजीवों - कीटाणु, फफूँद तथा वायरसों - की हजारों प्रजातियाँ होती हैं जो उस व्यक्ति के शरीर के वजन में लगभग 2 किलोग्राम का योगदान देती हैं!

जब 1700 के बाद के शुरुआती वर्षों में ऐंटोनी वान लियुवेनहॉक ने अपनी शोध रचना को प्रकाशित किया था, तभी से वैज्ञानिकों को यह ज्ञात रहा है कि मनुष्य के शरीर में सूक्ष्मजीव विभिन्न स्थानों पर, विशेष रूप से आँत में, पाए जाते हैं। हमें यह भी मालूम रहा है कि वे सभी जीवाणु जो किसी विशेष जगह पर पाए जाते हैं वहाँ के स्थाई निवासी नहीं होते, कुछ केवल बीच-बीच में ही प्रकट होते हैं। जो जीवाणु स्थाई निवासी होते हैं वे अपने मेजबान के साथ लम्बे समय तक चलने वाली अन्तर्क्रियाएँ स्थापित कर लेते हैं, और स्थाई आबादियाँ निर्मित कर लेते हैं जिनके देखे जा सकने वाले कार्य होते हैं।

हाल के शोध ने यह दर्शाना आरम्भ किया है कि सूक्ष्मजीवों और उनके मेजबान के बीच में होने वाली अन्तर्क्रियाओं से कुछ **वाकई में** कितनी जटिल होती हैं। प्रयोगशाला के विज्ञान तथा जानवरों के प्रतिरूप तंत्रों (मॉडल सिस्टम्स) में हुए सुधार ऐसी कुछ कार्यप्रणालियों को समझने में हमारी मदद कर रहे हैं जिनके द्वारा मनुष्य-जीवाणु अन्तर्कियाएँ घटित होती हैं, और यह भी कि वे किस प्रकार मेजबान मनुष्यों के स्वास्थ्य और बीमारियों को प्रभावित करती हैं।

आँतों के सूक्ष्मजीवों का अध्ययन किस तरह किया जाता है

आँतों के सूक्ष्मजीवों से हमारे सम्बन्ध को समझना आँत में मौजूद विभिन्न सूक्ष्मजीवों के प्रकारों को पहचानने और उनकी संख्याओं का पता करने , भिन्न-भिन्न सूक्ष्मजीवों के बीच में होने वाली और सूक्ष्मजीवों तथा हमारे शरीरों के बीच में होने वाली अन्तर्क्रियाओं की प्रकृति पर निर्भर करता है।

यह करने की पारम्परिक पद्धति में आँत से एक-एक करके जीवाणुओं की प्रजातियों को अलग करना, और उन्हें प्रयोगशाला की नियंत्रित परिस्थितियों में प्रजनन करने के लिए प्रेरित करना (जिसे आम तौर पर माइक्रोबियल कल्चर या सिर्फ 'कल्चर' कहा जाता है) होगा। इसके बाद विविध प्रकार के भौतिक-रसायनिक तथा जैविक परीक्षणों का उपयोग इन कोलोनियों को विशिष्ट रूप से पहचानने के लिए किया जाएगा, यह प्रक्रिया वैसी ही होती है जैसी कि मनुष्यों को उनके चेहरे के नाक-नक्शों के आधार पर पहचानने के लिए की जाती है। परन्तु, इस पद्धति के उपयोग सीमित होते हैं क्योंकि हम उन तमाम जीवाणुओं को प्रयोगशाला की परिस्थितियों में उगाने में समर्थ नहीं हो पाए हैं जो मनुष्य की आँत के कम (या बिलकुल नहीं) आक्सीजन वाले वातावरण में पनपते हैं।

इसके विपरीत आनुवांशिकी में हुई हाल की प्रगतियों ने इन सूक्ष्मजीवों को उनके न्यूक्लिक अम्लों के द्वारा पहचानना एक ऐसी प्रक्रिया के फलस्वरूप सम्भव बना दिया है जो वैसी ही होती है जैसी कि मनुष्यों में उँगलियों के निशानों को पहचानने के लिए इस्तेमाल की जाती है। इसके अलावा, चूहों के ग्नोटोबायोटिक, नॉक-आउट, ट्रांसजेनिक तथा ह्यूमनाइज्ड प्रतिरूप भी आँत के जीवाणुओं और उनके मनुष्य मेजबानों के बीच में होने वाली परस्पर बातचीत को समझने में हमारी मदद कर रहे हैं।

इस प्रकार, अब न केवल आँत में 'वहाँ कौन है' इसके बारे में, बल्कि 'वे वहाँ क्या कर रहे हैं?' इसके बारे में भी नई जानकारी सामने आ रही है। उनका अध्ययन करने की विधियों में सुधार

माइक्रोबायोटा

इस शब्द का आशय किसी विशेष स्थान पर, उदाहरण के लिए किसी व्यक्ति की त्वचा पर या किसी महासागर के द्वार (ओशन वेंट) पर पाए जाने वाले सूक्ष्मजीवों के संग्रहों से होता है।

आँतों के माइक्रोबायोटा की लाक्षणिक विशेषता बताने के लिए जानवरों के प्रतिरूपों का उपयोग

ग्नोटोबायोटिक - (यह ग्रीक शब्दों *ग्नोस्टोस*, अर्थात ज्ञात, और *बायोस*, अर्थात जीवन से मिलकर बना है) का आशय किसी प्रयोगशाला के जानवर, आम तौर पर चूहा से होता है जिसका सूक्ष्मजीवाणु संघटन हमें सम्पूर्ण रूप से ज्ञात होता है। इन जानवरों को कीटाणु रहित वातावरणों में पाला जाता है और फिर नियंत्रित तरीके से प्रयोगशाला की परिस्थितियों में उनका सामना सूक्ष्मजीवों की एक या कुछ प्रजातियों से करवाया जाता है। इस विशिष्ट प्रकार के कोलोनाइजेशन के ग्नोटोबायोटिक जानवर पर हुए प्रभावों का उपयोग उन जीवाणुओं की मनुष्यों या अन्य मेजबानों के साथ होने वाली उसी तरह की अन्तर्क्रियाओं को समझने के लिए किया जाता है।

नॉक-आउट - यह प्रयोगशाला में पाला गया चूहा होता है जिसमें किसी विशेष वंशाणु (जीन) को निष्क्रिय बना दिया गया है, या कहें कि उसे 'नॉक्ड आउट' कर दिया गया है। उपलब्ध प्रमाण दर्शाते हैं कि व्यक्तियों की आनुवांशिक पृष्ठभूमि - अर्थात कुछ वंशाणुओं की उपस्थिति या अनुपस्थिति - उनकी आँत के माइक्रोबायोटा के संघटन को प्रभावित करती है। वैज्ञानिक इसकी पड़ताल उन मानवीय वंशाणुओं के अनुरूप चूहों के वंशाणुओं को निष्क्रिय बनाने से उनकी आँत के जीवाणुओं के समुदायों पर पड़ने वाले प्रभावों का मूल्यांकन करने के द्वारा कर सकते हैं।

ट्रांसजेनिक - यह कोई भी ऐसा पौधा या जानवर होता है जिसके वंशाणुओं के समूह (जीनोम) में किसी अन्य जीवरूप से एक या अधिक वंशाणुओं का प्रवेश हो गया होता है। यह प्रवेशन या तो प्राकृतिक रूप से (उदाहरण के लिए, शकरकन्द (स्वीट पोटैटो) की सैकड़ों किस्मों के डी.एन.ए में रोग पैदा करने वाले कीटाणुओं के वंशाणुओं का प्रविष्ट होना पाया जाता है), या जान-बूझकर किए गए मानवीय हस्तक्षेप के द्वारा होता है।

ह्यूमनाइज्ड - ऐसे चूहे वे होते हैं जिनकी आँतों में मनुष्य के मल के माइक्रोबायोटा को प्रतिरोपित (ट्रांसप्लांट) कर दिया गया होता है। मनुष्य की चयापचय (मैटाबोलिज्म) प्रक्रियाओं में आँतों के सूक्ष्मजीवों की भूमिका को समझने के लिए, इन चूहों की तुलना सामान्य चूहों से की जाती है।

के फलस्वरूप, हम अब न केवल आँत के सूक्ष्मजीवों की विविधता को पहचानने में, बल्कि उनकी अन्तर्क्रियाओं और कार्यकारी स्थायित्व के बारे में भी जानने में समर्थ हो गए हैं।

मनुष्य की आँत में मौजूद जीवाणुओं के समुदाय

कोलोनाइजेशन के बारे में हमारी अधिकांश प्रारम्भिक जानकारी ऐसे एरोबिक (आक्सीजन की मौजूदगी में पनपने वाले) तथा एनएरोबिक (आक्सीजन के बिना पनपने वाले) कीटाणुओं के अध्ययनों से आई जिन्हें प्रयोगशालाओं में कल्चर किया जा सकता था। इन अध्ययनों ने हमें दिखाया है कि मनुष्य की आँत विभेदपूर्ण ढंग से कोलोनाइज की गई होती है, अर्थात उसमें कीटाणु की संख्या और विविधता क्रमिक रूप से बढ़ती जाती है। इस प्रकार, पेट में निहित सामग्री के प्रत्येक मिलीलीटर में लगभग 10,000 बैक्टीरियल सैल होते हैं, छोटी आँत (इलियम) में इनका घनत्व इससे बहुत अधिक (लगभग 108 बैक्टीरियल सैल प्रति मिलीलीटर), और डिस्टल कोलोन में और भी बड़ी संख्याओं में (लगभग 1013 बैक्टीरिया प्रति मिलीलीटर)-इनका वास होता है। इस जटिलता को और बढ़ाते हुए, कीटाणुओं की अलग-अलग प्रजातियों का आँत के अलग-अलग स्थानों में प्रभुत्व होता है, जैसे कि *हैलिकोबैक्टर* प्रजातियाँ पेट में पाई जाती हैं, फैकल्टेटिव एनएरोब्स तथा स्ट्रिक्ट (विशुद्ध) एनएरोब्स इलियम में, और प्रमुख रूप से एनएरोबिक कीटाणु डिस्टल कोलोन में पाए जाते हैं। इसके अलावा, मनुष्य की आँत में जीवाणुओं के समुदायों का संघटन एक व्यक्ति के जीवनकाल के दौरान बदल सकता है, तथा अलग-अलग व्यक्तियों के बीच भी 30 प्रतिशत तक बदल सकता है।

एक शोध अध्ययन ने 2011 में, मनुष्यों की आँतों के माइक्रोबायोटा के संघटन के आधार पर सभी मनुष्यों को तीन वर्गों या 'एंटेरो' प्रकारों में वर्गीकृत किया। पहले वर्ग में आने वाले, और टाइप 1 एंटेरो टाइप कहलाने वाले, मनुष्यों में *बैक्टीसॉयड्स* प्रजातियों के, और इसलिए उनमें बायोटिन (विटामिन बी 7) के संश्लेषण के लिए जरूरी एंजाइमों के भी उच्च स्तर होते हैं जिनका उत्पादन ये कीटाणु करते हैं। टाइप 2 एंटेरो टाइप के लोगों में कम *बैक्टीसॉयड्स* प्रजातियाँ, पर अधिक *प्रीवोटेला* प्रजातियाँ होती हैं, और इसलिए उनमें

थियामाइन (विटामिन बी 1) के लिए अधिक एंजाइम होते हैं, जबकि टाइप 3 के लोगों में *रूमीनोकोकस* प्रजातियों के उच्च स्तर होते हैं।

आहार तथा आँत का माइक्रोबायोटा : आप वही होते हैं जो आप खाते हैं

आँत के माइक्रोबायोटा और उनके मेजबान के बीच का सम्बन्ध मेजबान के आहार के द्वारा प्रबल रूप से प्रभावित होता है।

जिन पोषक तत्वों को हम भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं, वे जीवाणुओं के मेटाबोलिज्म के लिए आधार सामग्री की तरह काम करके आँत के जीवाणुओं के समुदायों की संरचना को बदलने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसका एक उदाहरण इस तथ्य में देखा जाता है कि जब फार्मूले वाले आहार पर पोषित शिशुओं की तुलना में स्तनपान के द्वारा पोषित शिशु बाइफिडोबैक्टीरिया के अधिक उच्च स्तर दर्शाते हैं। नवजात शिशु में बाइफिडोबैक्टीरिया के स्वास्थ्य से सम्बन्धित अनेक लाभ होते हैं, जैसे कि आँत के म्यूकोसा की सुरक्षा, इम्यूनोग्लोबुलिन ए का बढ़ा हुआ उत्पादन और स्तन के दूध में मौजूद कार्बोहाइड्रेटों को मेटाबोलाइज करने की क्षमता।

इसी प्रकार, एक अन्य अध्ययन ने अफ्रीका के ग्रामीण बुरकीना फासो में रहने वाले बच्चों की आँतों के माइक्रोबायोटा की तुलना यूरोप के बच्चों से की। जहाँ अफ्रीकी बच्चों का आहार जटिल कार्बोहाइड्रेटों, रेशे तथा गैर-पशु प्रोटीन में समृद्ध था, वहीं यूरोपियन बच्चों का आहार पशु-प्रोटीन, शक्कर, स्टार्च और वसा में समृद्ध था। इस अध्ययन ने दर्शाया कि यूरोप के बच्चों की अपेक्षा बुरकीना फासो के बच्चों में अधिक माइक्रोबियल सम्पन्नता, अधिक *प्रीवोटेला* तथा कम *बैक्टीरॉयड्स* थे, और वे छोटी-शृंखला वाले वसा अम्लों (फैटी ऐसिड्स) के ज्यादा उच्च स्तरों का उत्पादन करते थे। अन्य अध्ययनों ने दर्शाया है कि ज्यादा जीवाणु सम्पन्नता का सम्बन्ध ऐसे आहारों से होता है जिनमें फलों, सब्जियों और रेशे की अधिकता होती है, जबकि कम जीवाणु सम्पन्नता का सम्बन्ध अनेक रोगों - मोटापा, इनसुलिन के प्रति प्रतिरोध, खून में लिपिड्स की असामान्य मात्राओं का होना और सूजन-सम्बन्धी बीमारियों से होता है।

मनुष्यों में आँत के जीवाणुओं के समुदायों के संघटन तथा/या सम्पन्नता को प्रभावित करने के अलावा, आहार उन समुदायों के मेटाबोलिक कार्यों में भी परिवर्तन कर सकते हैं। आँत के कीटाणु अनेक प्रकार के खाद्य पदार्थों को पचाकर ऐसे छोटे अणु उत्पादित करते हैं जो कि फिर मनुष्यों के यकृत में मेटाबोलाइज होते हैं और मनुष्य के शरीर क्रियाविज्ञान में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उदाहरण के लिए, स्टार्च में मौजूद कार्बोहाइड्रेटों को कोलोनिक कीटाणु द्वारा तोड़ा जा सकता है और इस तरह छोटी शृंखला वाले ऐसे वसा अम्लों का उत्पादन किया जाता है जो रोगरोधन क्षमता तथा लिपिड संश्लेषण से सम्बन्धित कई कार्यों को नियंत्रित करते हैं।

स्वास्थ्य और बीमारी में आँत के माइक्रोबायोटा

हालाँकि अलग-अलग व्यक्तियों की आँत के माइक्रोबायोटा में अन्तर होते हैं, सामान्य रूप से मनुष्य के शरीर में होने वाले किसी एक ही मेटाबोलिक कार्य को एक से अधिक जीवाणुओं की प्रजातियाँ क्रियान्वित कर सकती हैं। इसका मतलब है कि भिन्न-भिन्न जीवाणुओं की प्रजातियों की संख्या, प्रकार तथा अनुपातों में अन्तरों और परिवर्तनों के बावजूद, उनके मानवीय मेजबानों की आँत की कार्यप्रणाली सामान्य रूप से जारी रह सकती है।

कुछ बहुत ही रोचक विकासात्मक तथा आणविक प्रक्रियाओं के माध्यम से आँत का माइक्रोबायोटा और उनके मेजबान एक-दूसरे के अनुकूल बन जाते हैं। इसका एक उदाहरण जापानियों में देखने को मिलता है। एक व्यंजन सुशी जो चावल और कच्ची मछली को नोरी (जो सीवीड या समुद्री सिवार से निकाली जाती है) में लपेटकर बनाया जाता है, जापानी आहार का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होता है। नोरी मनुष्यों के द्वारा खाया जाने वाला एक अकेला ऐसा खाद्य पदार्थ है जिसमें, पोरफीरेंस कहलाने वाले, एक विशेष श्रेणी के जटिल कार्बोहाइड्रेट होते हैं। हम केवल ऐसे दो जीवरूपों को जानते हैं जिनमें, पोरफीरेंसेस कहलाने वाले, ऐसे ऐंजाइम होते हैं जो पोरफीरेंस को तोड़ने में समर्थ होते हैं। इनमें से एक समुद्री बैक्टीरियम होता है, जो *जोबेलिया गैलेक्टोनिवोरेंस* कहलाता है, और जो प्राकृतिक रूप से समुद्री सिवार में पलता है। दूसरा एक आँत का बैक्टीरियम होता है, जिसे *बैक्टीरॉयड्स पलेबीटस* कहते हैं, और वह केवल जापानी लोगों की आँतों में पाया जाता है। यह बात सम्भावित प्रतीत होती है कि मनुष्य की आँत के इस बैक्टीरियम ने पोरफीरेंसेस के लिए आवश्यक वंशाणुओं को *जोबेलिया* से हासिल कर लिया हो, जिसे जापानी लोग उस समुद्री सिवार के साथ खा जाते हैं जो उनके नियमित आहार का हिस्सा होती है। इन वंशाणुओं को हासिल करके, आँत के बैक्टीरिया समुद्री सिवार के कार्बोहाइड्रेटों को तोड़ने में समर्थ होते हैं, और इस तरह ऊर्जा के एक अतिरिक्त स्रोत का दोहन कर पाते हैं।

माइक्रोबायोटा पर हुआ व्यापक शोध कार्य दर्शाता है कि मनुष्यों की आँतों में होने वाले कई अलग-अलग कार्यों - जिनमें पोषक तत्वों का अवशोषण, कार्बोहाइड्रेट का मेटाबोलिज्म

उपयोगी वैबसाइटें

http://academy.asm.org/index.php/faq-series/5122-humanmicrobiome

http://www.gutmicrobiotawatch.org/en/gut-microbiota-info/

और आँतों की गतिशीलता (मोटिलिटी) शामिल हैं - में भाग लेने वाले वंशाणुओं को आँत के कीटाणु कम या ज्यादा करते हैं।

रोग के संक्रमण की रोकथाम करना : अवरोधक का कार्य

आँत के माइक्रोबायोटा से हमें मिलने वाले महत्त्वपूर्ण लाभों में से एक यह है कि ये जीवाणु सम्भावित रोगाणुओं (पैथोजंस) के खिलाफ एक सुरक्षात्मक अवरोध की तरह काम करते हैं। वे यह विविध प्रकार की क्रियाविधियों के माध्यम से करते हैं, जिनमें से एक में ऐसे एंटीमाइक्रोबियल पदार्थों का उत्पादन करना निहित होता है जो आँतों के कई पैथोजन्स के खिलाफ सक्रिय रहते हैं। उदाहरण के लिए, *लैक्टोबैसिलस* तथा *बाइफिडोबैक्टीरियम* प्रजातियाँ ऐसे एंटीबैक्टीरियल पदार्थों का उत्पादन करते हैं जो बहुत से पैथोजंस, जिनमें एंटेरो-पैथोजेनिक *ई. कोलाई*, तथा *लिस्टेरिया मोनोसाइटोजन्स*, आदि शामिल रहते हैं, के खिलाफ सक्रिय रूप से काम करते हैं। पैथोजंस के कोलोनाइजेशन की रोकथाम करने के लिए आँत के कीटाणुओं द्वारा इस्तेमाल की जाने वाली अन्य क्रियाविधियों में चाबुक जैसी (फ्लैजलर) गतिशीलता को क्षति पहुँचाना और मेजबान में कोशाणुओं की (सैल्यूलर) क्षति को रोकना आदि शामिल रहती हैं।

पोषक तत्वों को ग्रहण करना

मेजबान-जीवाणु सम्बन्ध के बारे में हाल के वर्षों में हुई सबसे रोमांचक खोजों में से एक कुपोषण में आँत के माइक्रोबायोटा की भूमिका की है।

आँत के माइक्रोबियल जीवसमूह तथा मेजबान के बीच का सम्बन्ध किसी एक या दोनों भागीदारों के द्वारा मनुष्य के आहारों में मौजूद पोषक तत्वों का उपयोग करने की क्षमता पर निर्भर करता है। क्या इसका मतलब यह है कि आँत के जीवाणु हमारे भोजन से पोषक तत्व हासिल करने के लिए हमारे साथ सक्रिय रूप से होड़ करते हैं? बात इससे उलटी है, क्योंकि सामान्य और कीटाणु रहित चूहों के पोषण की ऊर्जा को ग्रहण करने की तुलना करने पर पाया गया कि सामान्य चूहों को अपने शरीर का वजन बनाए रखने के लिए 30 प्रतिशत कम कैलोरियों की आवश्यकता होती है। यह दर्शाता है कि आँत के जीवाणु उपलब्ध पोषक पदार्थों में से पोषण मूल्य को निकालने में हमारी मदद करते हैं।

कई अध्ययन आँत के माइक्रोबायोटा का सम्बन्ध मोटापे और कुपोषण से जोड़ते हैं। इनमें से एक अध्ययन में, कीटाणु रहित चूहों का वजन तब बढ़ गया जब उनमें एक मोटे व्यक्ति की आँत के जीवाणुओं को प्रतिरोपित कर दिया गया, लेकिन तब नहीं बढ़ा जब उनमें एक दुबले-पतले व्यक्ति की आँत के जीवाणुओं को प्रविष्ट कराया गया। एक दुबले-पतले व्यक्ति की आँत के माइक्रोबायोटा के द्वारा मोटे चूहों के माइक्रोबायोटा को हटाकर उसकी जगह लेना भी सम्भव था। जब तक उन्हें स्वस्थ आहार प्रदान किया जाता रहा, तब तक यह प्रतिरोपण मोटे चूहों के वजन को बढ़ने से रोक सका। एक अन्य अध्ययन में, मलावी - जो चारों तरफ दूसरे देशों की जमीन से घिरा हुआ दक्षिण-पूर्वी अफ्रीका का एक ऐसा देश है जिसकी शिशु मृत्यु दर संसार में सबसे अधिक दरों में शुमार होती है - में जुड़वाँ शिशुओं के मल के नमूने लम्बे समय तक इकट्ठे किए गए। इस अध्ययन के 2013 में प्रकाशित परिणामों ने दर्शाया कि अत्यधिक कुपोषण के एक रूप, जो क्वाशिओरकर कहलाता है, से पीड़ित बच्चों की आँत का माइक्रोबायोटा उसी आयु-समूह के अप्रभावित सामान्य बच्चों की आँत के माइक्रोबायोटा से बहुत भिन्न था। जब कुपोषित बच्चों के माइक्रोबायोटा को ऐसे ग्नोटोबायोटिक चूहों में प्रतिरोपित किया गया जिन्हें मलावी के आहार खिलाए गए, तो उनका वजन कम हो गया और उन्होंने बदले हुए अमीनो अम्ल और कार्बोहाइड्रेट मेटाबोलिज्म दर्शाए। उसी समूह के द्वारा बांग्लादेश में किए गए एक ऐसे ही अध्ययन ने दर्शाया कि कुपोषित व्यक्तियों की आँत के माइक्रोबायोटा आम तौर पर काफी कम उम्र के, या 'अपरिपक्व' व्यक्तियों के जैसे थे। उपचारात्मक भोजन दिए जाने के द्वारा कुपोषण के लक्षण कुछ



चित्र 1 : ई. *कोलाई* के एक झुण्ड का 10,000 गुना आवर्धित इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ।
Photo by Eric Erbe, digital colorization by Christopher Pooley, both of USDA, ARS, EMU, Wikimedia Commons. License: Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:E_coli_at_10000x,_original.jpg

हद तक घटाए जा सके, और कुपोषित व्यक्तियों की आँत के माइक्रोबायोटा में अस्थाई रूप से परिपक्वता दिखाई दी, पर जल्दी ही वे वापिस अपनी पहले की 'कुपोषित' हालत में चले गए। क्या उपचारात्मक भोजन के परिणामस्वरूप आँत के माइक्रोबायोटा में ज्यादा स्थाई परिपक्वता हासिल हो सकती है, इसकी खोजबीन करने के अध्ययन वर्तमान में चल रहे हैं।

ऐसे आहारों के चलते जिनमें कार्बोहाइड्रेटों की प्रधानता रहती हैं, मनुष्य डाईसैकेराइड्स को पचाने, और उसके परिणामस्वरूप पैदा होने वाले मोनोसैकेराइड्स को अवशोषित करने के लिए अच्छी तरह समर्थ होते हैं। लेकिन अन्य जटिल पोलीसैकेराइड्स - विशेष रूप से पौधों से प्राप्त होने वाले जैसे कि सैल्यूलोज, जाईलान और पैक्टिन - को पानी के साथ अपघटित करने (हाइड्रोलाइज करने) और इस तरह इनका उपयोग करने की हमारी क्षमता सीमित होती है। ये कार्बोहाइड्रेड कुछ एनोरोबिक कीटाणु द्वारा पचाए जा सकते हैं जो हमारे डिस्टल कोलोन में रहते हैं। जटिल पोलीसैकेराइड्स को अपघटित करने के लिए जरूरी खास एंजाइमों से लैस होने की वजह से, ये जीवाणु आहार में शामिल बिना पचे हुए कार्बोहाइड्रेटों को छोटी शृंखलाओं वाले वसा अम्लों में तोड़ देते हैं जिन्हें फिर हमारे शरीर के विभिन्न अंगों द्वारा उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार, यह कमेंसलिज्म या हमारे 'साथ भोजन करने' की यह प्रक्रिया आँत के जीवाणु समुदाय को हमसे ऊर्जा प्राप्त करने में मदद करता है, जबकि हमें इस पारस्परिक सम्बन्ध से उन कार्बोहाइड्रेटों का उपयोग करने का लाभ मिलता है जो अन्यथा अपचनीय रहते।

बीमारी की अवस्थाएँ तथा माइक्रोबायोटा

जहाँ अनेक अध्ययनों ने यह दर्शाया है कि किसी नवजात शिशु का रोगरोधी तंत्र उसकी आँत के जीवाणु समुदाय के साथ-साथ विकसित होता है। वहीं आँत के माइक्रोबायोटा आहार के लिपिड्स को हानिकारक मेटाबोलाइट्स (चयापचय प्रक्रिया में शामिल पदार्थ) में तोड़कर कुछ बीमारियों, जैसे कि एथीरोस्लेरोसिस (या धमनियों का कड़क हो जाना) में भी सहयोग दे सकते हैं। इसी प्रकार आँत के जीवाणु आहार के एक अन्य घटक कोलीन को तोड़कर ट्राईमीथाइलामीन आक्साइड उत्पादित करते हुए देखे गए हैं, जो कि एक ऐसा छोटा अणु है जिसका मनुष्यों में होने वाली कोरोनरी वास्कुलर बीमारी से प्रबल सम्बन्ध होता है।

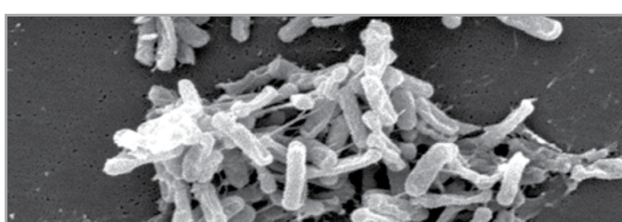
इसके प्रमाण मौजूद हैं कि आँत के माइक्रोबायोटा लिवर की कई प्रकार की बीमारियों में भी योगदान देते हैं, जिनमें गैर-अल्कोहालिक फैटी लिवर रोग, अल्कोहालिक और आटो इम्यून लिवर के रोग शामिल हैं। आँत के परिवर्तित माइक्रोबायोटा और बीमारी की अवस्थाओं में इसी प्रकार के सम्बन्ध आँत की सूजन वाले (इन्फ्लेमेटरी बाउल) रोग, मधुमेह तथा कोलोन के कैंसर में भी पाए जाते हैं। जिन क्रियाविधियों के द्वारा आँत के जीवाणु इन विभिन्न बीमारियों का कारण बनते हैं, उनकी जाँच-पड़ताल अभी भी की जा रही है।

इलाज के लिए माइक्रोबायोटा का उपयोग करना - मल के जीवाणुओं का प्रतिरोपण

जहाँ एक ओर आँत के जीवाणु मेजबान को होने वाली कई बीमारियों में सहयोग देते हैं, वहीं दूसरी ओर वे कुछ रोगों का इलाज करने के लिए भी इस्तेमाल किए जा सकते हैं।

कलोस्ट्रोडियम डिफीसाइल एक ऐसा एनोरोबिक बैक्टीरियम है जो आम तौर पर आँत में पाया जाता है। परन्तु, एंटीबायोटिक्स के उपयोग या अस्पतालों में भर्ती मरीजों की बड़ी आँत (लार्ज बाउल) की बहुत सूजन के परिणामस्वरूप *सी. डिफीसाइल* की अत्यधिक वृद्धि हो जाती है। इसके कारण अत्यधिक दस्त (दिन में 15 बार तक), लगने लग सकते हैं, पेट का दर्द, वजन में कमी, बुखार हो सकता है, और यहाँ तक कि यह घातक भी हो सकता है। जब एंटीबायोटिक्स से इसका इलाज शुरुआत में सफल भी होता है, तब भी इस बीमारी का संक्रमण फिर से हो सकता है। माना जाता है कि इसका कारण विषैले पदार्थ पैदा करने वाले *सी. डिफीसाइल* की वृद्धि को रोक पाने में आँत के माइक्रोबायोटा की असमर्थता होती है।

हाल ही में, इस बार-बार होने वाली बीमारी की हालत का इलाज करने के लिए मल के माइक्रोबायोटा के प्रतिरोपण (Faecal Microbiota Transplant -FMT) की विधि का उपयोग किया जाना प्रारम्भ हुआ है, जिसमें कुछ सफलता मिली है। एफएमटी एक ऐसी कार्यविधि है जिसमें एक परीक्षण किए गए दाता व्यक्ति के मल के पदार्थ को लिया जाता है, फिर उसे



चित्र 2 : मल के एक नमूने से प्राप्त क्लोस्ट्रीडियम डिफीसाइल का स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ। Source: CDC/ Lois S. Wiggs (PHIL #6260), 2004, Obtained from the CDC Public Health Image Library, Wikimedia Commons. License: Public Domain. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridium#/media/File:Clostridium_difficile_01.jpg

सैलाइन घोल के साथ मिश्रित करके ऐनीमा या ऐण्डोस्कोपी के द्वारा मरीज की आँत में प्रतिरोपित कर दिया जाता है। अन्य पाचन-सम्बन्धी या ऑटो-इम्यून बीमारियों, जिनमें इरिटेबिल बाउल सिण्ड्रोम तथा सूजन वाली आँत की बीमारियाँ शामिल हैं, में भी मलीय प्रतिरोपण के अच्छे परिणाम मिले हैं।

निष्कर्ष

पिछले एक दशक में, मनुष्य के माइक्रोबायोटा में वैज्ञानिकों की उत्तरोत्तर ज्यादा दिलचस्पी बढ़ी है, तथा ज्यादा विस्तृत अध्ययनों को सम्भव बनाने के लिए अब नई विधियाँ और उपकरण विकसित किए जा रहे हैं। इस दिलचस्पी का एक महत्त्वपूर्ण कारण इस बात को स्वीकार किया जाना है कि मनुष्य के माइक्रोबायोटा में निहित सहभोजी सूक्ष्मजीव (commensal microorganisms) की भूमिका मेजबान के भीतर मौजूद सिर्फ सहयात्रियों से कहीं ज्यादा होती है और वे वास्तव में मेजबान के कुछ अति महत्त्वपूर्ण कार्यों को नियंत्रित कर सकते हैं। विशेष रोगों की अवस्थाओं में आँत के माइक्रोबायोटा के योगदान की बेहतर समझ बनने के फलस्वरूप बीमारियों की रोकथाम करने या उनका इलाज करने के उद्देश्य से इन जीवाणुओं को कम या ज्यादा करने के लिए नई रणनीतियाँ या दवाएँ विकसित करना सम्भव हो सकता है।

References

1. Arumugam M, Raes J, Pelletier E et al. Enterotypes of the human gut microbiome. Nature 201; 473(7346):174-80.
2. Riduaura VK, Faith JJ, Rey FE et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. Science 2013;341(6150):1241214
3. Biteen JS, Blainey PC, Cardon ZG et al, Tools for the microbiome: Nano and beyond. ACS Nano. 2015 Dec 22. [Epub ahead of print]
4. De Filippo c, Cavalieri D, Di Paola M et al. Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010; 107(33):14691-6.
5. Hehemann JH, Correc G, Barbeyron T, Helbert W, Czjzek M, Michel G. Transfer of carbohydrate-active enzymes from marine bacteria to Japanese gut microbiota. Nature. 2010;464(7290):908-12
7. Smith MI, Yatsunenko T, Manary MJ et al. Gut microbiomes of Malawian twin pairs discordant for kwashiorkor. Science. 2013; 339(6119):548-54.
8. Ierardi E, Sorrentino C, Principi M, Giorgio F, Losurdo G, Di Leo A. Intestinal microbial metabolism of phosphatidylcholine: a novel insight in the cardiovascular risk scenario. Hepatobiliary Surg Nutr. 2015; 4(4):289-92.
9. Kelly CR, Kahn S, Kashyap P et al. Update on fecal microbiota transplantation 2015: Indications, methodologies, mechanisms and outlook. Gastroenterology. 2015; 149(1):223-37.

गगनदीप कांग क्रिश्चियन मेडिकल कालेज, वेल्लोर में प्रोफेसर हैं। वे आँतों के संक्रमणों (एंटेरिक इंफेक्शंस) का 20 वर्षों से भी अधिक समय से अध्ययन करती रही हैं, और वे पाती हैं कि अभी भी बहुत कुछ जानना बाकी है। वे वैक्सीनों, विशेष रूप से जो मुँह से दी जाती हैं, पर तथा वैक्सीन नीति और जन स्वास्थ्य के क्षेत्रों में भी काम करती हैं। **अनुवाद :** सत्येन्द्र त्रिपाठी